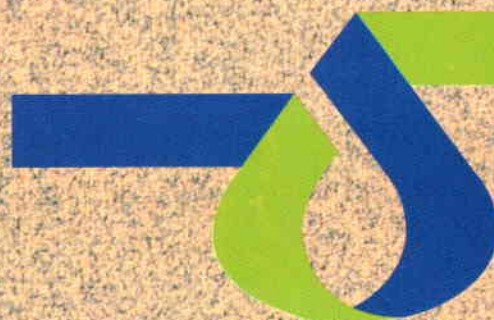


SERIE TÉCNICA
N.º 5



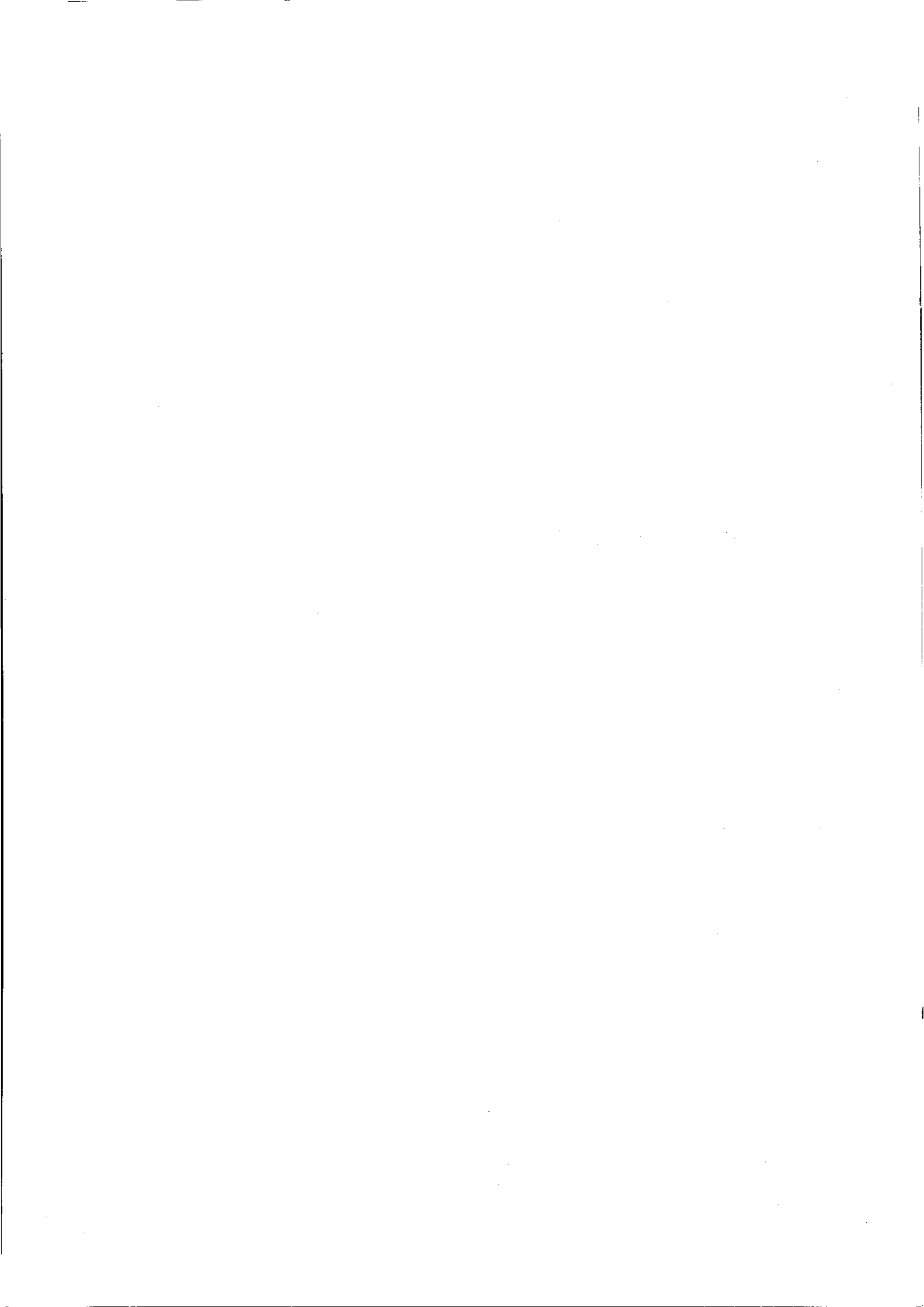
Regadíos
CENTER
CENTRO NACIONAL
DE TECNOLOGIA
DE REGADIOS

**EVALUACIONES
DE RIEGO SUBTERRÁNEO
EN CÉSPED II**



MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION

IRYDA



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA DE REGADÍOS

**EVALUACIONES
DE RIEGO SUBTERRÁNEO
EN CÉSPED II**

*Jesús María García Ramos
José Alejandro Mayordomo Martínez
Andrés Delgado Sánchez
Ingenieros Agrónomos de TRAGSA*

AÑO 1994

**Edita: I.R.Y.D.A.
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación**

**NIPO: 253-95-001-7
Depósito Legal: M-9786-1995
Imprime: I.R.Y.D.A.
Corazón de María, 8 - 28002 MADRID**

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN. MODIFICACIONES EFECTUADAS.....	1
2.- RESULTADOS.....	2
3.- CONCLUSIONES.....	10



RIEGO SUBTERRÁNEO EN CÉSPED

Autores*:

Jesús María García Ramos
José Alejandro Mayordomo Martínez
Andrés Delgado Sánchez

1.- INTRODUCCIÓN. MODIFICACIONES EFECTUADAS

Como continuación de los trabajos realizados el año 1993 tras la instalación de cuatro líneas de riego subterráneo en parcelas con césped, se ha hecho el seguimiento de las mismas durante la campaña de riegos 1994 (comenzó a regarse a principios de mayo, tras las últimas lluvias primaverales, y se terminó hacia el 20 de septiembre, tras las primeras precipitaciones del otoño), fruto del cual es este informe, que debe concebirse como parte de un conjunto que constituye el estudio completo de los sistemas establecidos.

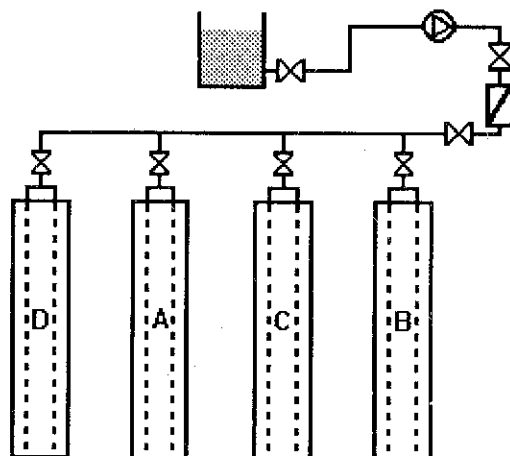
Los materiales utilizados y métodos empleados son básicamente los mismos que se describen en la anterior publicación, "Evaluaciones de riego subterráneo en césped", serie técnica nº 1 del CENTER. No obstante, se produjeron algunos cambios con respecto al año anterior en una de las parcelas, concretamente en la "B", en la cual fue sustituida la tubería exudante por dos líneas de goteros integrados autocompensantes (ver apartado 2.3) enterradas a la misma profundidad que las anteriores, cuyas características principales son las siguientes:

- Material de la tubería: polietileno.
- Diámetro exterior: 17 mm.
- Diámetro interior: 14,6 mm.
- Espesor de la pared: 1,2 mm.
- Distancia entre goteros: 30 cm.
- Límites de presión de trabajo: 3 a 40 m.c.a.
- Caudal nominal: 2,3 l/h.

En cuanto al césped, la parte que hubo que resembrar como consecuencia del arranque de la tubería exudante, contiene la misma mezcla de semillas que se implantó al iniciar los trabajos.

Nos ha parecido oportuno reproducir el croquis correspondiente a las parcelas y materiales en ellas instalados, con las mismas denominaciones utilizadas desde el comienzo. Puede verse en la página siguiente.

* Ingenieros Agrónomos. TRAGSA.



- A: cinta exudante geotextil
- B: tubería exudante (posteriormente línea de goteros autocompensantes)
- C: tubería de PE con goteros autocompensantes integrados cada 60 cm
- D: tubería de PE con goteros integrados cada 34 cm y herbicida (treflán)

En esta campaña, puesto que el objetivo fundamental era conocer el comportamiento de las líneas después de un año colocadas, se regó con la dosis que suele aplicarse al césped en Madrid en la estación más desfavorable, que es de unos 6 mm diarios, repartiendo la cantidad correspondiente a toda la semana durante los días laborables. Esos 6 mm se aplicaron a toda la superficie de la parcela.

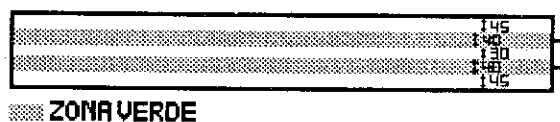
2.- RESULTADOS

Se describen en cuatro apartados, correspondientes a las diferentes parcelas.

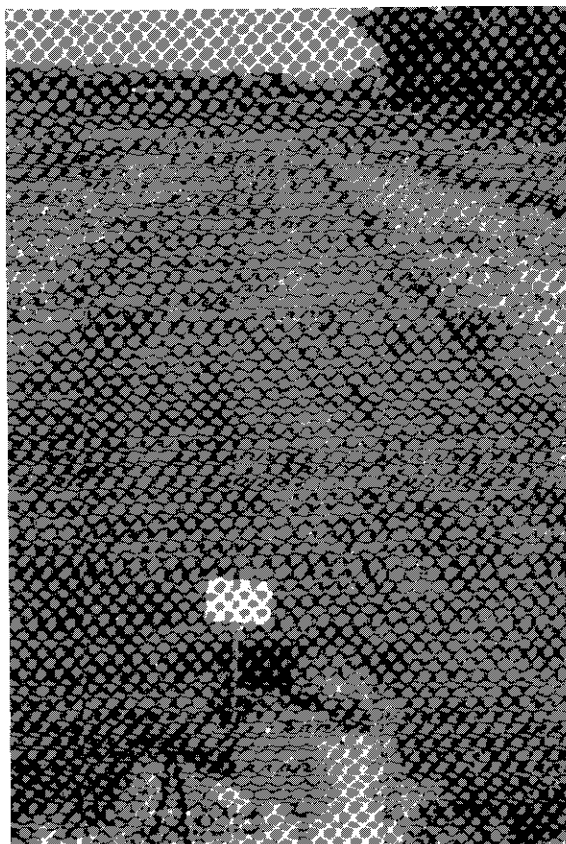
2.1.- PARCELA CON GOTERO INTEGRADO (D)

Las dos líneas se comportaron durante toda la campaña con una gran uniformidad, manteniendo verde cada una una franja de unos 40 cm. A juzgar por el aspecto del césped en el período de máximas necesidades, no hubo obturaciones en ninguno de los goteros. El caudal emitido por los mismos se mantuvo en todo momento constante para la presión a la que actuaron (12 m), que también fue constante dentro de los límites recomendados por el fabricante (7 a 17,5 m). Puede asegurarse que el caudal medio por gotero, para 12 m.c.a., es de 4,2 l/h, lo cual está en perfecta consonancia con los datos suministrados en el catálogo comercial.

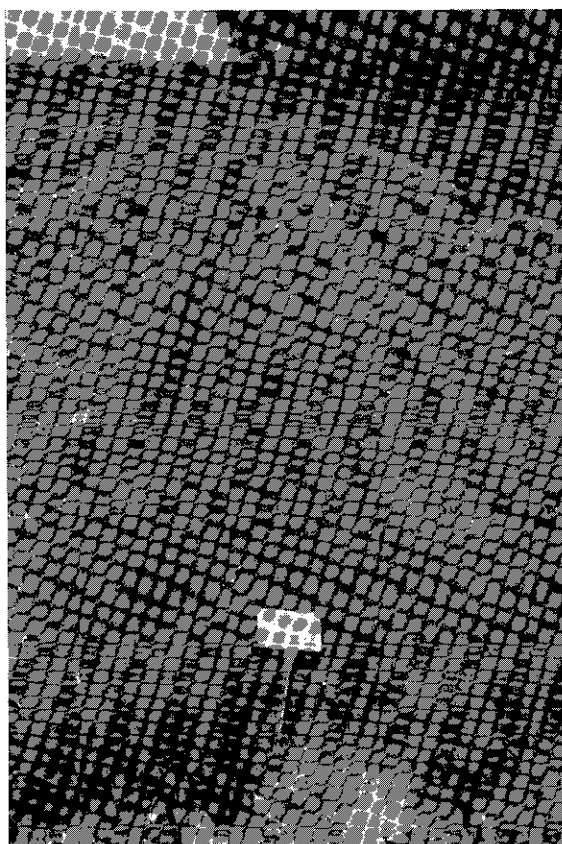
Este es el aspecto que presentaba la planta de la parcela a mediados del verano (cotas en cm):



Parcela C al inicio de la temporada.



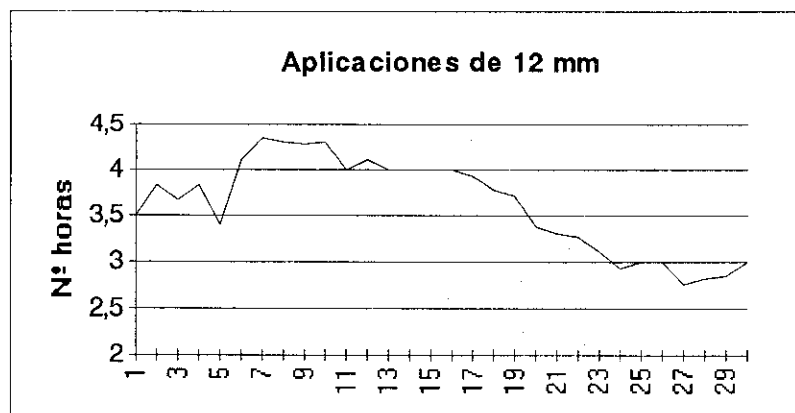
Parcela D al principio de la campaña.



2.2.- PARCELA CON GOTERO INTEGRADO AUTOCOMPENSANTE (C)

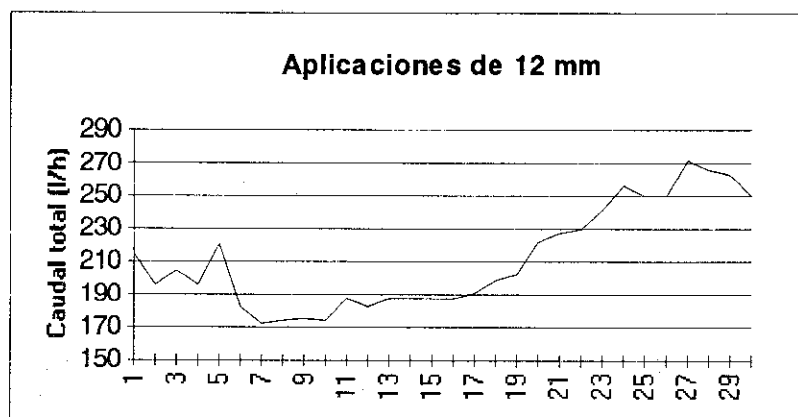
No puede decirse lo mismo que del material anterior; el aspecto en la época más calurosa del verano era significativo de la calidad del riego, como puede apreciarse en la figura al final de este apartado. Fue muy fácil reconocer qué goteros emitían agua correctamente y cuáles no lo hacían, pues los primeros dejaban ver cómo el césped se mantenía verde y crecía en un radio de unos 20-30 cm en torno a ellos. Aproximadamente, un 30 ó 40% de los goteros no regaba adecuadamente.

En relación con el caudal, cabe destacar que, aun manteniendo constante la presión (16 m, que se sitúan dentro de los límites establecidos por la propia marca -10 a 40 m-), hubo grandes variaciones, tanto cuando se aplicaban dosis de 12 mm como cuando se aportaban 6 mm. Esto queda expresado en las siguientes representaciones, las cuales, en el eje de abscisas contienen las diferentes mediciones de tiempos y caudales ordenadas cronológicamente a lo largo de toda la campaña; junto a ellas se muestran los valores de la media y la desviación típica, que nos dan una idea más exacta de la irregularidad con que el sistema se comportó.



Media: 3,6.

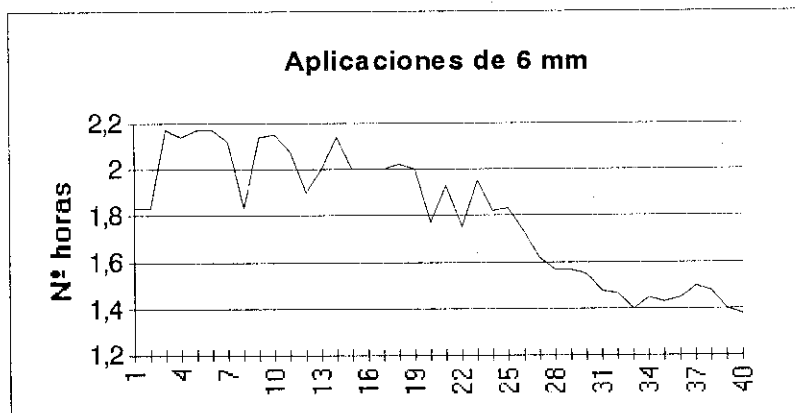
Desviación típica: 0,5.



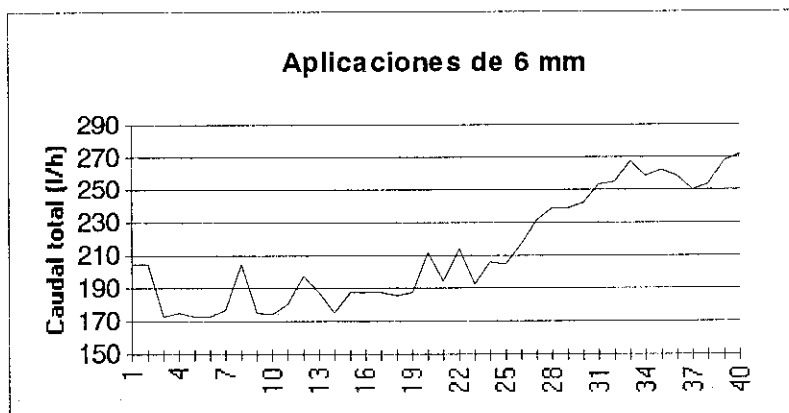
Media: 211,6.

Desviación típica: 31,5.

El caudal total está referido al emitido en conjunto las por las dos líneas.



Media: 1,8.
Desviación típica: 0,3.

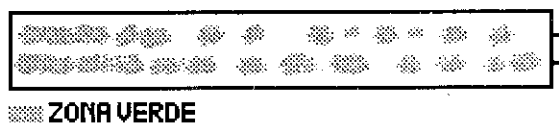


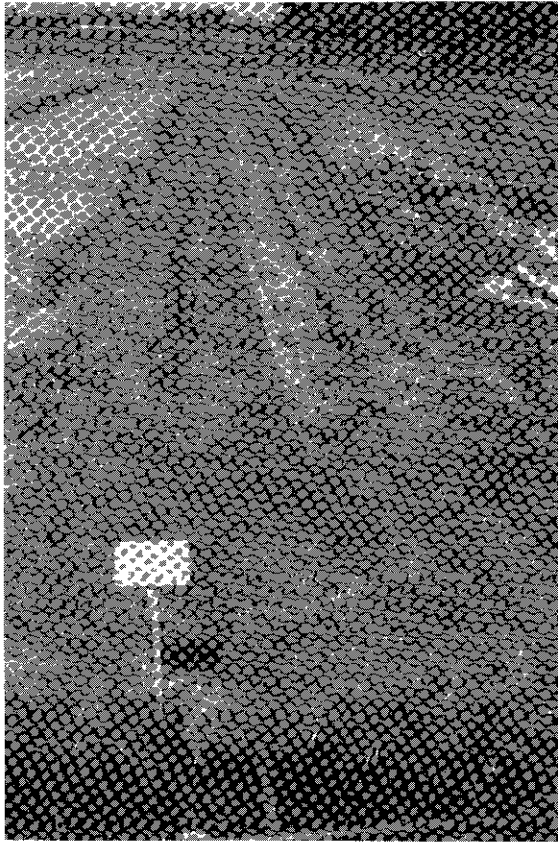
Media: 212,5.
Desviación típica: 33,3.

Al ser tan irregular el riego resultaría casi imposible tratar de estimar un caudal medio por gotero (ni siquiera conocemos con exactitud el número de ellos que emite correctamente); lo que sí se ha hecho es medirlo en uno de los emisores que quedan al descubierto antes de entrar las líneas en la parcela (a la presión de 16 m) y, como puede verse, la variación es apenas apreciable:

- al principio de la campaña: 2,28 l/h.
- al final de la misma: 2,20 l/h.

Por último, representamos gráficamente cómo era el aspecto de la parcela durante la época más calurosa del verano:





Parcela A al comienzo de la temporada.



Parcela B días después de instalarse los goteros autocompensantes.

2.3.- PARCELA B

Se ha dividido este epígrafe en dos subapartados, en los que se describen los resultados obtenidos con cada uno de los materiales que en esta parcela hubo durante la campaña.

2.3.1.- Tubería exudante

El primer día que se puso en marcha el riego se comprobó el pésimo rendimiento de este sistema: tras varias horas de funcionamiento a la presión recomendada por el fabricante, apenas había descendido el nivel del agua en el depósito, lo que supone un caudal casi nulo.

Esto se repitió durante varios días más, lo que nos condujo a aplicar a la tubería una sobrepresión (30 m.c.a.) para intentar expulsar posibles impurezas de los poros, no produciéndose resultados satisfactorios, ya que en el siguiente riego tardó unas 10 horas en aportar 750 litros (12 mm), es decir, dio menos de la mitad del caudal indicado en los catálogos comerciales (0,83 l/h por m.l. frente a 1,8 l/h por m.l.) a la presión suministrada (10 m.c.a.). Además, comenzaron a notarse las diferencias entre unas zonas de la parcela y otras, lo que indica que a un escaso caudal se sumaba una desigual distribución a lo largo de las líneas.

Estas diferencias llevaron a la realización de dos catas para observar directamente la tubería en pleno funcionamiento, y pudo verse cómo en una zona salía agua, aunque muy escasamente, mientras en otra se mantenía seca la cara externa, si acaso con alguna mancha de humedad.

Ante este comportamiento, decidimos finalmente dejar de seguir ensayando este material, dándose por segura su ineficacia para regar, al menos con el agua y el suelo utilizados para nuestras pruebas (las características de ambos se exponen en el informe "Evaluaciones de riego subterráneo en césped" anteriormente citado), y se instalaron las líneas de goteros cuya descripción figura en el apartado 1; el siguiente epígrafe muestra los resultados de los ensayos con ellas realizados.

Es interesante aportar un último dato acerca de esta tubería porosa. Una vez retirada de la parcela se efectuaron tres aforos, en días diferentes, manteniendo en todos la misma presión (10 m.c.a.), y obtuvimos los siguientes resultados:

- Aforo 1: 0,88 litros por metro y hora.
- Aforo 2: 1,65 litros por metro y hora.
- Aforo 3: 2,51 litros por metro y hora.

Sólo la segunda medida se acerca al valor que indica el fabricante para esa presión (1,8 litros por metro y hora); las diferencias entre las tres vienen a reforzar la falta de confianza en este sistema

2.3.2.- Goteros autocompensantes

A pesar de haber ciertos defectos en el césped debidos al arranque de la tubería anterior y posterior resiembra, a los pocos días de la implantación de este nuevo sistema comenzaron a notarse las franjas en las cuales aquél crecía en toda la longitud de la parcela, que se mantuvieron verdes durante el resto de la campaña. Basándonos en este aspecto, podemos asegurar que todos los goteros regaban correctamente. Además, el caudal emitido por los mismos, medido en cada aplicación, se mantuvo constante en todo momento, siendo su valor de 2,5 l/h para una presión que siempre fue de 18 m.c.a.

Estos 2,5 l/h no son exactamente los que el fabricante indica, pero se sitúan bastante cerca de ello (2,3 l/h).

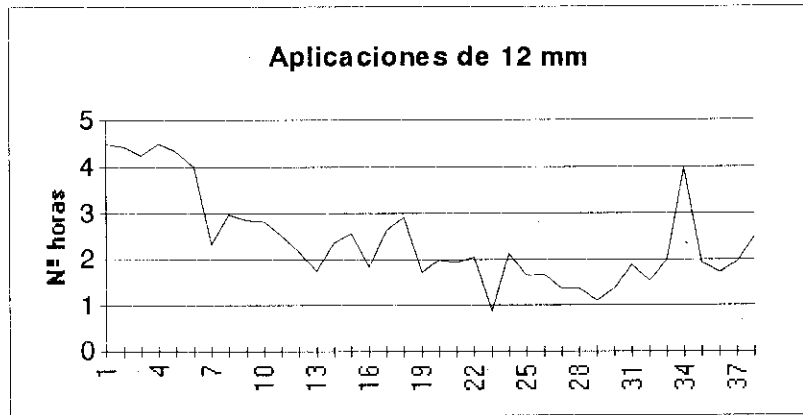
Para tener una idea de la apariencia de la parcela en julio-agosto, basta que nos fijemos en la figura del apartado 2.1 (gotero integrado "D") de la página 2, pues tanto aspecto como anchura de las franjas regadas eran prácticamente los mismos en uno y otro caso, salvo las diferencias ya comentadas debidas al arranque de la tubería exudante.

2.4.- PARCELA CON LÍNEA EXUDANTE (A)

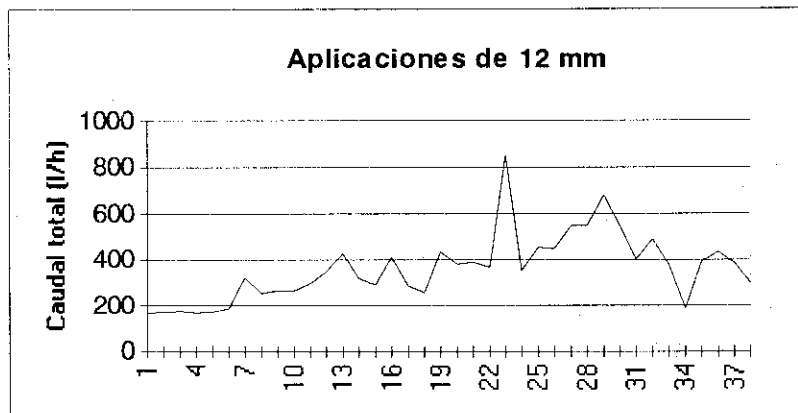
El comportamiento de esta cinta de pared porosa fue muy desigual a lo largo de toda la campaña, tanto en lo que se refiere al caudal como en lo relativo a la superficie de césped que se mantuvo en buenas condiciones. La presión de trabajo estuvo siempre entre 10 y 12 m.c.a., límite superior recomendado por el fabricante, y también se llevaron a cabo las limpiezas de rutina en los laterales mediante sobrepresión y suelta de extremos.

En el período de máximas necesidades tan sólo se mostraba verde aproximadamente el primer tercio de la parcela (situándonos en la cabecera de la misma) en toda su anchura. El resto, prácticamente se agostó por completo (ver figura al final).

El tiempo empleado en aplicar las dosis de riego sufrió variaciones importantes, como puede observarse en las siguientes gráficas, en las que el eje de abscisas contiene, por orden cronológico, las distintas medidas realizadas desde abril hasta septiembre.



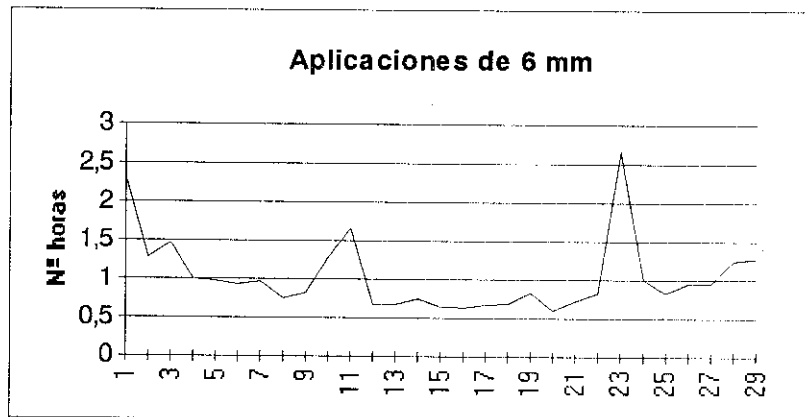
Media: 2,4.
Desviación típica: 1,0.



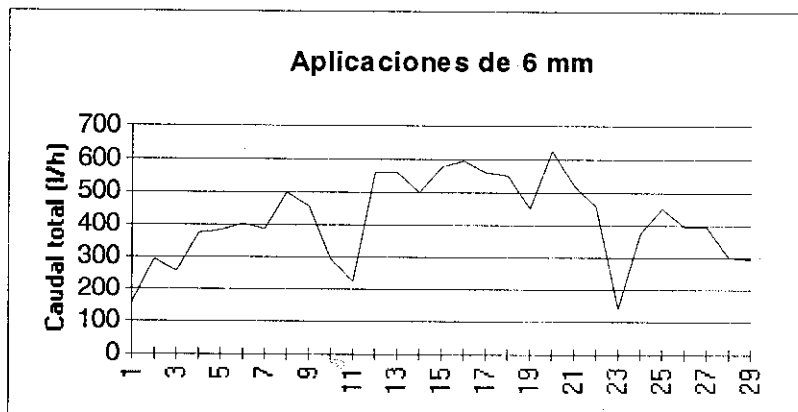
Media: 361,8.
Desviación típica: 147,9.



Aspecto general de las parcelas al empezar la campaña.

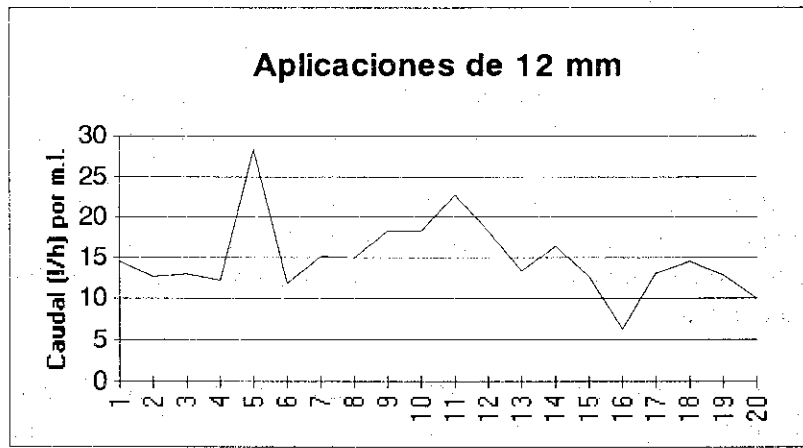


Media: 1,0.
Desviación típica: 0,5.

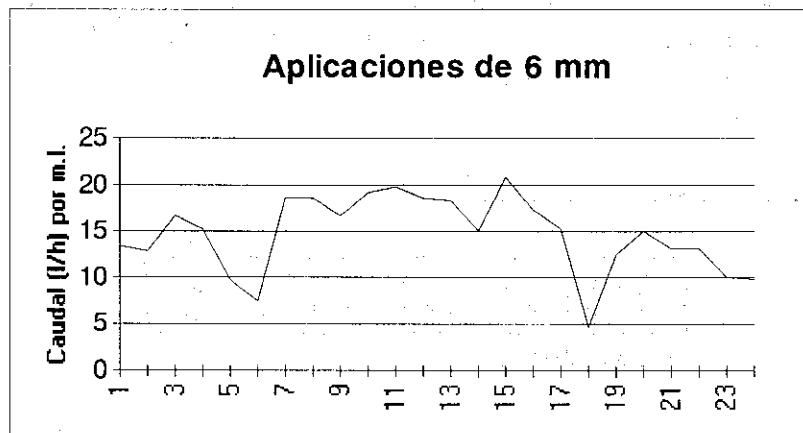


Media: 415,2.
Desviación típica: 131,1.

Resulta bastante complicado establecer un valor para el caudal por metro lineal de tubería ya que, como hemos indicado, pudo observarse durante los meses de julio y agosto cómo los dos últimos tercios de la parcela apenas recibían agua, siendo claro, por tanto, que este caudal variaba cuantiosamente de unos tramos a otros. No obstante, podemos suponer, al menos a partir del mes de julio, que es cuando se hace notoria la diferencia de aportes, que sólo sale agua en el primer tercio de la longitud, en cuyo caso obtenemos las gráficas de la página siguiente, en las que se representa el caudal por metro lineal.



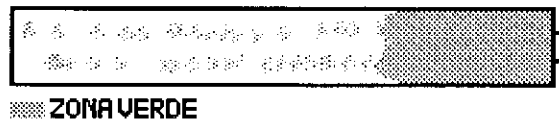
Media: 15,0.
Desviación típica: 4,7.



Media: 14,7.
Desviación típica: 4,2.

En este supuesto, el comportamiento de la cinta continúa siendo bastante irregular, pero hay más igualdad entre los riegos de 6 y 12 mm. Centrándonos en el valor medio, que está en torno a 15 l/h por metro lineal, al compararlo con el que establece el boletín comercial para la presión de 10 m.c.a., dista enormemente de este último, que se sitúa en torno a los 6,5 l/h por m.l.

Para terminar, éste era el aspecto del césped en la época más desfavorable:

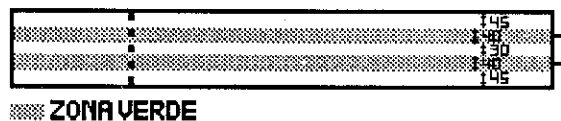


3.- CONCLUSIONES

Para tener una idea más clara de cómo funcionan los sistemas estudiados y poder encontrar explicaciones a los resultados obtenidos, sacando así las correspondientes conclusiones, se realizaron catas en las parcelas; los siguientes apartados reflejan las observaciones efectuadas. Las líneas de trazos sobre las plantas expuestas ya en el epígrafe 2 indican las posiciones correspondientes a las secciones observadas. En todos los casos las zanjas tienen una longitud de 50 cm y una profundidad de 30 cm, siendo su anchura la de la parcela.

No vamos a dedicar en este epígrafe un apartado a la tubería exudante que se eliminó al principio de poner en marcha los riegos. Basta decir que se trata de un material con nula fiabilidad, tanto en cuanto a la relación caudal-presión como en lo relativo a la uniformidad en la distribución longitudinal del agua, lo que hace que sean enormemente difíciles su manejo y la programación del riego. No conocemos cuál es su respuesta a la utilización de agua perfectamente limpia (potable), pero lo cierto es que, especialmente en España, donde los períodos de sequía son cada vez más largos, debemos comenzar a desechar aquellos materiales que no funcionan con aguas recicladas.

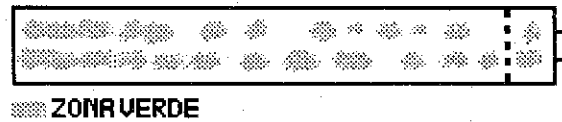
Goteros integrados con herbicida (D)



Las conclusiones con respecto a este material para la actual temporada son perfectamente favorables al mismo, en virtud de su uniformidad de aplicación del agua y de su regularidad en el caudal, gracias a las cuales se pueden programar los riegos sin problemas.

Siguiendo las pruebas durante las futuras campañas y visto que la máxima anchura que riega cada línea es de 40 cm (para nuestro suelo), convendría considerar que sólo van a regarse esas franjas y, a base de ir reduciendo paulatinamente la dosis y bajar de los 6 mm, observar si cada línea sigue siendo capaz de mantener verdes esos 40 cm. Así podría comprobarse si con este sistema puede aplicarse una dosis inferior a 6 mm.

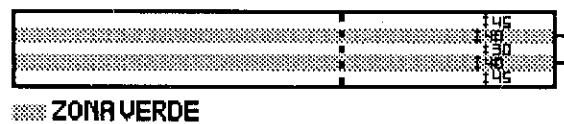
Goteros integrados autocompensantes (C)



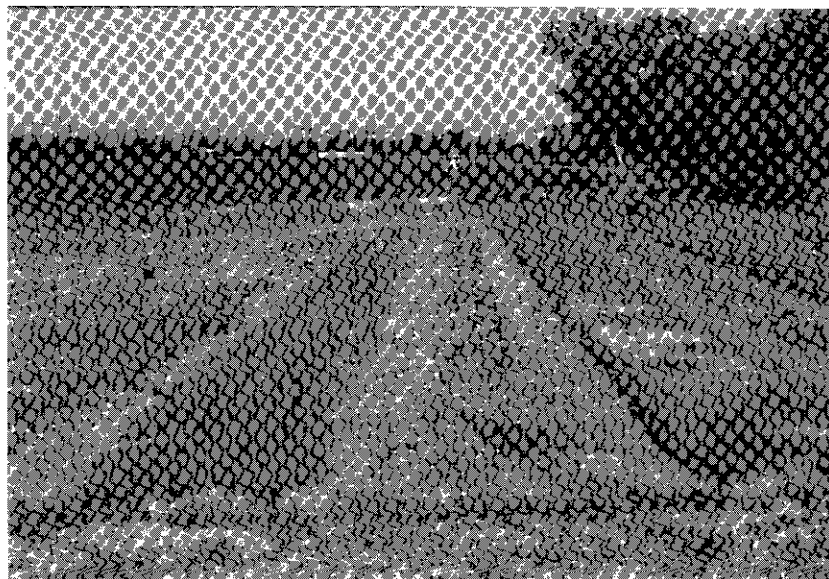
Una vez realizada la cata, fue relativamente fácil ver cómo los orificios de los goteros por encima de los cuales el césped estaba seco se encontraban obturados por raicillas y, visto esto, se puso en marcha el riego con la presión aplicada a lo largo de la campaña; por ningún emisor salía agua, a excepción de uno que apenas goteaba. Se aforó uno de los que quedaban al descubierto antes de entrar la línea en la parcela, obteniéndose aproximadamente el mismo caudal que ya se había medido al principio de la campaña (apartado 2.2), lo que nos indica que los no obturados actuaron correctamente, incluso a la intemperie.

Podemos, en definitiva, afirmar que este material no resulta apto para el riego subterráneo de césped, debido al taponamiento sufrido a causa de las raíces (esto pudo ya comprobarse la temporada pasada, como lo refleja el correspondiente informe); por ello, cabe sugerir su retirada y el fin de los ensayos con él, para evitar así lo que ya serían pérdidas de tiempo y recursos.

Goteros integrados autocompensantes de reciente instalación (D)



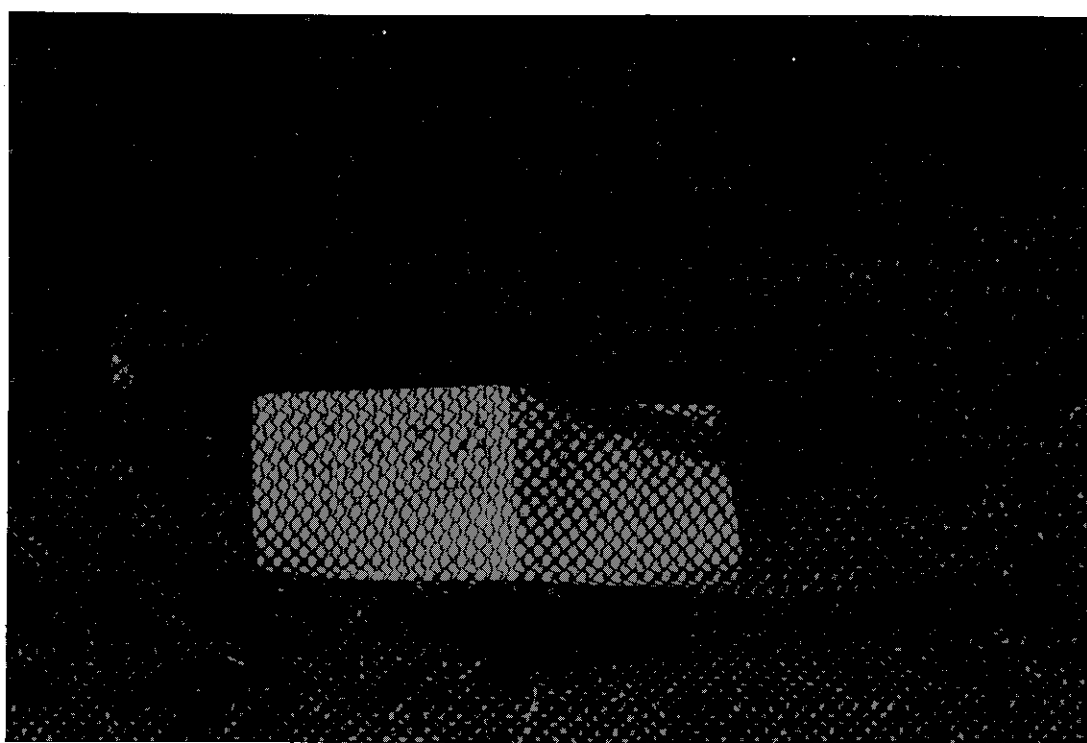
La buena respuesta dada por estos goteros durante la temporada 1994 obliga a proseguir con los ensayos durante la siguiente para comprobar su buena calidad o bien para detectar posibles problemas que puedan aparecer con el tiempo.



Parcelas B y C a comienzos del verano, comenzando a aparecer zonas secas en la segunda.

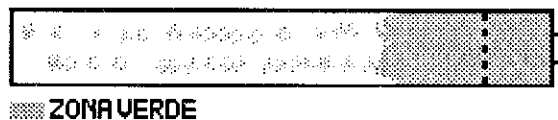


Parcelas A y D al comienzo del verano, apareciendo zonas secas en la primera.



Aspecto tras un riego de la tubería exudante en la parcela B.

Cinta exudante (A)



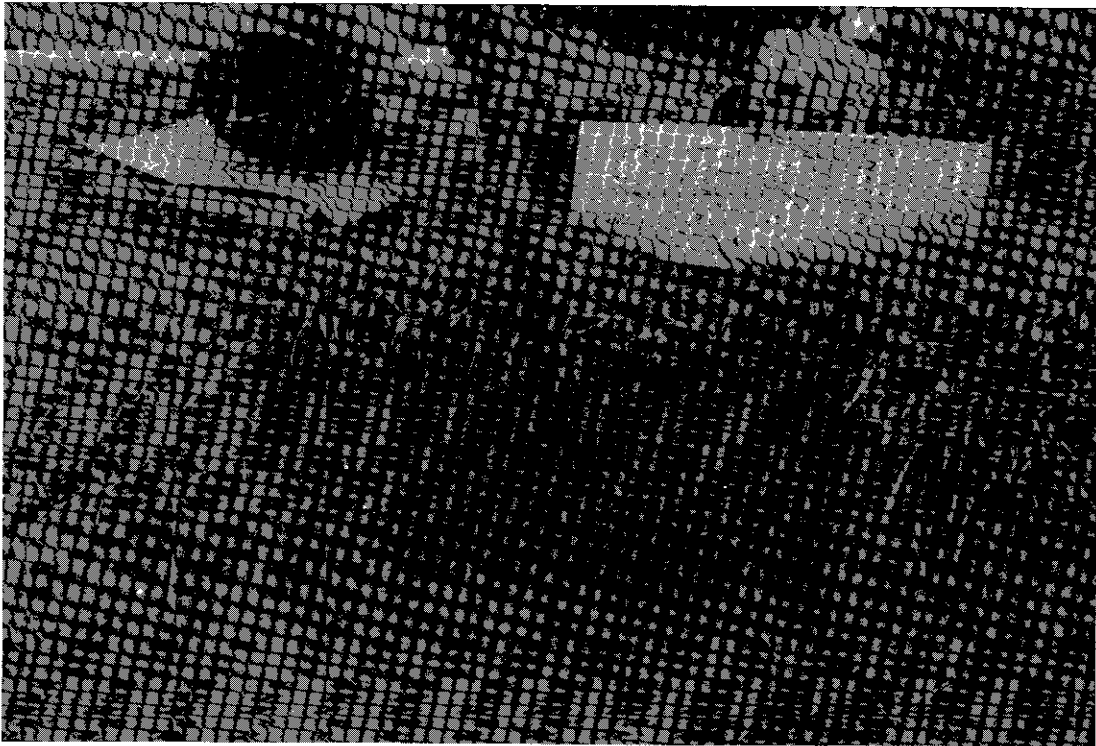
Finalizada la cata en la zona donde el césped se mantuvo en perfectas condiciones, no se apreciaba a simple vista la causa por la que esta parte recibía un exceso de agua. No obstante, nuestras dudas desaparecieron al poner en marcha el riego a la presión habitual durante la campaña, pues pudimos observar claramente los pequeños chorros emitidos desde numerosos puntos de las costuras longitudinales de la cinta, además de una salida de agua a todas luces excesiva para este tipo de materiales.

Para intentar aproximarnos numéricamente a este caudal, recogimos durante cinco minutos el agua en un pluviómetro cilíndrico de 11 cm de diámetro, colocándolo debajo de donde escurría la mayor parte del fluido (en torno al 80%) que emitía una de las líneas, y obtuvimos 400 ml, lo que equivale, teniendo en cuenta la longitud de la cata, a 13,4 litros por hora y metro lineal de tubería. Ello se aproxima en gran medida al valor estimado de 15 l/h y m.l. en el apartado 2.4, resultando lógico que éste sea algo mayor, ya que en este caso se consideró que todo el agua se aplicaba en el primer tercio de la parcela, lo cual no es rigurosamente cierto.

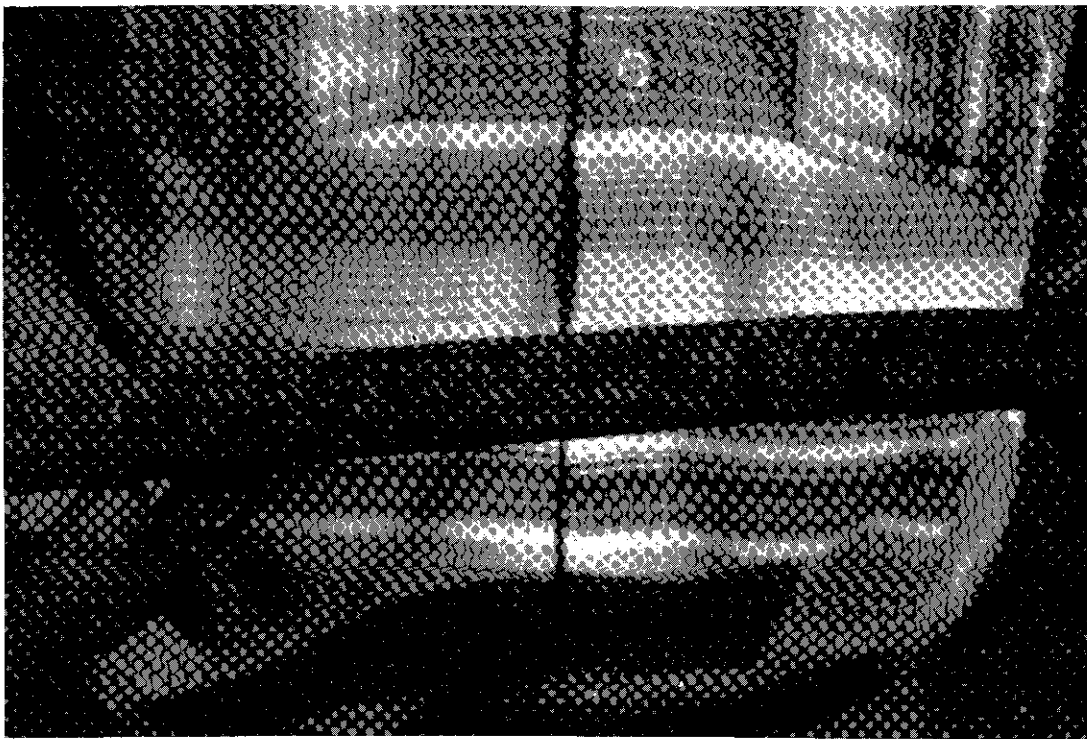
Es preciso comentar que, ya al principio de la campaña, hubo que sustituir por un tubo de polietileno la parte de tubería que, antes de penetrar en la parcela, quedaba a la intemperie, pues también se perdía agua ostensiblemente por las costuras, quedando un charco de proporciones considerables al final de cada riego. Como consecuencia podemos deducir la falta de resistencia a la intemperie, aunque no se encuentra una explicación clara a la excesiva salida de agua en las dos líneas en la misma longitud; tal vez sea debida a un corrimiento de las aberturas iniciales como consecuencia de la presión.

En cualquier caso, puede decirse que se trata de un material sumamente irregular, y la programación de los riegos con él es prácticamente imposible, por lo que también proponemos su definitiva retirada y fin de los ensayos.

Comparando este sistema con la tubería exudante que ya se retiró (ver apartado 2.3.1), puede deducirse que no es aconsejable hoy por hoy la instalación de material exudante enterrado para el riego de césped, pues se corre un grave riesgo de fracaso. Lo cierto es que intervienen en estos sistemas demasiados parámetros no controlados y que se escapan de nuestras previsiones, tal vez por falta de la tecnología adecuada, tal vez por falta de estudios minuciosos por parte de los fabricantes: tamaño de poros y su variación con la presión y el tiempo, influencia del tipo de suelo, calidad físico-química del agua, consecuencias de la entrada de aire (y con él, muchas veces de partículas de suelo), microorganismos, etc.



Bulbo húmedo formado por la tubería de la fotografía anterior en distintos puntos de la parcela.



Aspecto de la superficie externa de la tubería exudante tras el arranque.

